

**Ministerstvo dopravy a výstavby SR
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

Dodatok č. 1/2019 k TKP 31

**DODATOK č. 1
ZVLÁŠTNE ZEMNÉ KONŠTRUKCIE**

účinnosť od: 20.12.2019

Dodatok č. 1/2019 dopĺňa TKP 31 Zvláštne zemné konštrukcie, MDVRR SR: 2014 nasledovne:

- dopĺňa článok 1.4
- mení, resp. dopĺňa článok 1.10 Súvisiace citované normy
- dopĺňa článok 1.11 Súvisiace zahraničné predpisy
- mení kapitolu 7 Geobunky
- dopĺňa do TKP 31 novú kapitolu 8 Bunková štruktúra s výškou 1,0 m

OBSAH DODATKU

1.4	Vypracovanie dodatku	4
1.10	Súvisiace a citované normy	4
1.11	Súvisiace zahraničné predpisy	4
7	Geobunky	5
7.1	Materiály pre geobunky	5
7.2	Použitie geobuniek	6
7.3	Konštrukčné zásady pri použití geobuniek	7
7.4	Preukazné skúšky a kontrola geobuniek	8
7.5	Skladovanie a manipulácia s geobunkami	8
7.6	Recyklácia geobuniek	8
7.7	Stanovenie zásad pre technicko-ekonomické vyhodnotenie použitia geobuniek	8
8	Bunková štruktúra s výškou 1,0 m	9
8.1	Materiály pre bunkovú štruktúru s výškou 1,0 m	10
8.2	Technologický postup realizácie bunkovej štruktúry	12
8.3	Preukazné skúšky a kontrola kvality geosyntetických výrobkov	14
8.4	Manipulácia a skladovanie geosyntetických výrobkov	14
8.5	Recyklácia geomreže a spojovacích prvkov	14
8.6	Stanovenie zásad pre technicko-ekonomické vyhodnotenie použitia priestorovej bunkovej štruktúry	14

1.4 Vypracovanie dodatku

Tento dodatok k TKP 31 na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala spoločnosť CHÉMIA – SERVIS, a. s., Zadunajská cesta 10, 851 01 Bratislava.

Zodpovední riešitelia: Ing. Albín Höger, Mgr. Ján Hasenovič, tel. č.: +421263454090, e-mail: obchod@chemiaservis.sk

Článok 1.10 Súvisiace a citované normy sa mení nasledovne:

1.10 Súvisiace a citované normy

- STN EN ISO 10318 sa ruší a nahrádza sa:

STN EN ISO 10318-1 Geosyntetika. Časť 1 Termíny a definície (ISO 10318-1:2015) (80 6100)

STN EN ISO 10318-2 Geosyntetika. Časť 2 Symboly a piktogramy (ISO 10318-2:2015) (80 6100)

STN EN ISO 10319 sa ruší a nahrádza sa:

STN EN ISO 10319 Geosyntetika. Ťahová skúška pevnosti širokej vzorky (ISO 10319:2015) (80 6124)

- STN EN ISO 13438 sa ruší a nahrádza sa:

STN EN ISO 13438 Geotextílie a geotextíliám podobné výrobky. Skúšobná metóda na zisťovanie odolnosti proti oxidácii (ISO 1338:2018) (80 6104)

- Dopĺňajú sa normy

STN EN ISO 6721-1 Plasty. Určovanie dynamických mechanických vlastností. Časť 1: Všeobecné princípy (ISO 6721-1:2011) (64 0615)

STN EN 12224 Geotextílie a geotextíliám podobné výrobky. Zisťovanie odolnosti proti vplyvom poveternosti (80 6138)

STN EN ISO 12956 Geotextílie a geotextíliám podobné výrobky. Zisťovanie charakteristickej veľkosti otvorov (ISO 12956:2010) (80 6134)

STN EN ISO 13433 Geosyntetika. Skúška dynamickým prerazením (skúška padajúcim kuželom) (ISO 13433:2006) (80 6142)

Článok 1.11 Súvisiace zahraničné predpisy sa mení nasledovne:

1.11 Súvisiace zahraničné predpisy

- Dopĺňajú sa normy

ASTM D 5321 Standard Test Method for Determining the Shear Strength of Soil-Geosynthetic and Geosynthetic-Geosynthetic Interfaces by Direct Shear [ASTM D 5321 Štandardná skúšobná metóda na stanovenie šmykového odporu na kontakte geosyntetika-zemina a geosyntetika-geosyntetika priamym šmykom];

ASTM D5885 Standard Test Method for Oxidative Induction Time of Polyolefin Geosynthetics by High-Pressure Differential Scanning Calorimetry [ASTM D 5885 Štandardná skúšobná metóda na stanovenie oxidačno-indukčného času polyolefinového geosyntetického materiálu vysoko-tlakovým diferenciálnym snímacím kalorimetrom];

ASTM D6992 Standard Test Method for Accelerated Tensile Creep and Creep-Rupture of Geosynthetic Materials Based on Time-Temperature Superposition Using the Stepped Isothermal Method [ASTM D 6992 Štandardná skúšobná metóda na urýchlené stanovenie kripovej pevnosti a kripového porušenia geosyntetických materiálov založená na časovo-teplotnej superpozícii použitím stupňovej izotermickej metódy];

ASTM E2254 Standard Test Method for Storage Modulus Calibration of Dynamic Mechanical Analyzers [ASTM E2254 Štandardná skúšobná metóda pre kalibráciu skladovacích modulov dynamických mechanických analyzátorov];

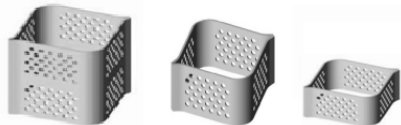
EOTA TR41 Non-reinforcing hexagonal geogrid for the stabilization of unbound granular layers by way of interlock with the aggregate [EOTA TR41 Nevýstužná šesťuholníková geomreža na stabilizovanie vrstiev z nespevnených zrnitých materiálov pomocou mechanizmu zazubenia];

ISO 11359-2 (TMA) Plastics – Thermomechanical analysis (TMA) – Part 2: Determination of coefficient of linear thermal expansion and glass transition temperature [11359-2 (TMA) Plasty - Termomechanická analýza (TMA) - Časť 2: Stanovenie koeficientu lineárnej tepelnej rozťažnosti a teploty skleneného prechodu].

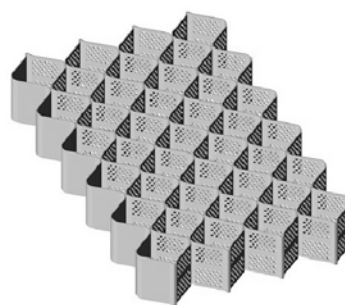
Kapitola 7 Geobunky sa mení nasledovne

7 Geobunky

Geobunky (GCE) sú priestorový geosyntetický výrobok. Je to priepustná, polymérna bunková štruktúra vyrobená z niekoľkých navzájom striedavo pospájaných pásov štandardne s výškou do 200 mm za účelom vystuženia a zadržiavania zeminy. Svojim priestorovým tvarom, geometriou buniek (obrázok 16) a vzájomnou interakciou steny bunky a zeminy (sypaniny) umožňuje zhutnenie výplne, čím sa zabezpečí dlhodobé vystuženie vrstvy a zvýši sa jej ohybová tuhosť a vytvorí sa tuhá roznosná geobunková vrstva. Geobunka (obrázok 17) je priestorový geosyntetický výrobok s výstužnou, drenážnou, ochrannou a protieróznou funkciou v zmysle STN EN ISO 10318-2. V zemnej konštrukcii sa geobunky v zmysle výsledkov statického výpočtu aplikujú bez alebo s plošným geosyntetickým výrobkom. Spolu vytvárajú geobunkový systém s jednou alebo s niekoľkými vrstvami geobuniek.



Obrázok 16 - Tvar a výška bunky



Obrázok 17 - Geobunka

7.1 Materiály pre geobunky

7.1.1 Materiály pre geobunky

Geobunky, vhodné pre použitie v cestnom staviteľstve, sú vyrábané z polymérnych textúrovaných a perforovaných pásov z polypropylénu, polyetylénu, iného polyméru obdobných vlastností alebo z kompozitného materiálu, navzájom striedavo spojených najčastejšie zváraním. Požadované minimálne vlastnosti geobunky definuje tabuľka 15.

Tabuľka 15 - Požiadavky na vlastnosti geobunky

Vlastnosť	Jednotka	Technická požiadavka	Skúšobná metóda
Polymérny materiál	-	HDPE, PP, kompozit	-
Kvalita	-	100% primárna surovina (bez podielu odpadu PCM, PIM)	-
Stena geobunky	-	tuhá s textúrovaným a perforovaným povrchom	-
Koeficient účinnosti trenia zemina-stena geobunky	-	0,95	ASTM D 5321
Rozmerová stálosť geobunky (koeficient tepelnej rozťažnosti CTE)	ppm/1°C	≤ 140	ISO 11359-2 (TMA)
Maximálna ťahová pevnosť (perforovaná stena geobunky)	kN/m	≥ 13	STN EN ISO 10319
Odrhová pevnosť zváraného spoja geobunky	kN/m	≥ 13	STN EN ISO 13426-1 (metóda C)
Dlhodobá plastická deformácia geobunky (kríповá odolnosť)	%	≤ 6,0 (kumulovane)	ASTM D 6992 (SIM)
Odolnosť proti UV žiareniu a oxidácii	minúty	> 400	ASTM D 5885 (HPOIT@150°C)
Dynamický modul tuhosti pri: +30°C +45°C +60°C	MPa	> 725 > 625 > 425	STN EN ISO 6721-1 ASTM E2254 (DMA)

7.1.2 Materiál plošného geosyntetického výrobku

Plošný geosyntetický výrobok (geotextília, geomreža, geokompozit) sa použije pre zabránenie migrácie výplne geobuniek do pôvodného podložja počas hutnenia, na zabránenie infiltrácie jemných častíc pôvodného podložja do zeminovej konštrukcie alebo na zvýšenie výstužného účinku. Požiadavky na plošný geosyntetický výrobok (geotextília) použitý primárne na oddeľovanie sú v tabuľke 16. Požiadavky na plošný geosyntetický výrobok (geomreža, geokompozit) použitý primárne na vystužovanie sú v tabuľke 17.

Tabuľka 16 - Požiadavky na plošný geosyntetický výrobok na oddeľovanie

Vlastnosť	Jednotka	Technická požiadavka	Skúšobná metóda
Polymérny materiál	-	PP, PET	-
Kvalita	-	100% primárna surovina (bez podielu odpadu PCM, PIM)	-
Ťahová pevnosť MD/CMD geosyntetiky pre oddeľovanie	kN/m	≥ 14	STN EN ISO 10319
Porušujúca sila pri pretláčaní valcovým razníkom	kN	≥ 2,1	STN EN ISO 12236
Veľkosť otvoru prerazeného kužeľom	mm	≤ 15,0	STN EN ISO 13433
Veľkosť otvoru O ₉₀	µm	< 100	STN EN ISO 12956

Tabuľka 17 - Požiadavky na plošný geosyntetický výrobok na vystužovanie

Vlastnosť	Jednotka	Technická požiadavka	Skúšobná metóda
Polymérny materiál	-	HDPE, PP, PET, kompozit	-
Kvalita	-	100% primárna surovina (bez podielu odpadu PCM, PIM)	-
Ťahová pevnosť MD/CMD geosyntetiky pre vystužovanie	kN/m	≥ 30 / 30	STN EN ISO 10319
Pomerné predĺženie MD/CMD	%	≤ 12 / 12	STN EN ISO 10319

7.1.3 Výplňový materiál

Geobunka poskytuje variabilitu pri použití výplňového materiálu. Umožňuje použiť jemne zrnitý i hrubozrnitý výplňový materiál. U jemne zrnitého materiálu geobunka výrazne zvýši jeho modul deformácie. Pre výplň geobunky použiť materiál vyhovujúci STN 733041, STN EN 13242+A1, STN 736126, STN 73 6133, [T5] a [T11].

7.1.4 Spojovací materiál

Sekcie geobuniek rozprestreté na podklad sa navzájom spájajú spôsobom predpísaným výrobcom. Pre dokonalé spojenie buniek susedných sekcií sa štandardne používajú oceľové galvanizované 13 mm sponky, ktoré sa aplikujú pomocou pneumatických klieští.

7.2 Použitie geobuniek

Geobunky sa používajú na:

- vystuženie podložja vozovky,
- vystuženie ochrannej a podkladnej vrstvy vozovky,
- vystuženie podložja a telesa násypu,
- lícivé opevnenie vystužených oporných múrov,
- výstavbu oporných konštrukcií,
- výstavbu parkovísk, terminálov, skladových plôch,
- protieróznu ochranu svahov.

Doporučené rozmery geobunky pre jednotlivé oblasti použitia sú uvedené v tabuľke 18.

Tabuľka 18 - Doporučené rozmery geobunky a oblasť použitia

Parameter	Jednotka	Rozmer	Poznámka
Vzdialenosť spojov	mm	320 – 360	úprava podložia, ochranná a podkladová vrstva vozovky
Vzdialenosť spojov	mm	320 – 460	násypy, svahy, oporné múry a pod.
Vzdialenosť spojov	mm	320 – 680	terminály, odstavné a skladové plochy, parkoviská a pod.
Výška bunky	mm	50 – 200	max. 250 mm (limit pre zhutnenie konštrukčnej vrstvy)
Množstvo buniek v geobunkovej sekcii	počet/m ²	10 - 40	
Šírka sekcie	m	2,50 - 2,80	
Dĺžka sekcie	m	7,40 - 24,00	
Plocha sekcie	m ²	20 - 60	

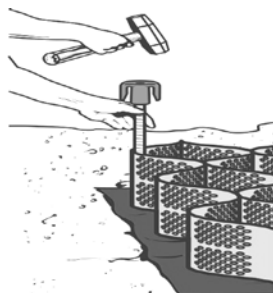
Ak sa v podloží nachádzajú zeminy s nízkou šmykovou pevnosťou alebo stlačiteľné zeminy použitie geobunky:

- zvyšujú únosnosť konštrukčnej vrstvy,
- nevyžaduje sa výmena zeminy podložia (popr. znižuje sa hrúbka výmeny),
- znižujú sadanie a nerovnomernosť sadania zemnej konštrukcie,
- zvyšujú stabilitu zemnej konštrukcie,
- vytvárajú drenážnu vrstvu.

7.3 Konštrukčné zásady pri použití geobuniek

Technologický postup realizácie geobuniek musí byť súčasťou dokumentácie, ktorú odovzdáva výrobca/dodávateľ zhotoviteľovi. Geobunky musia byť realizované v súlade s PD a s dodaným technologickým postupom.

Pred aplikáciou geobunky je potrebné vyrovnať, upraviť a čiastočne zhutniť podklad, na ktorý sa budú geobunky aplikovať. Na takto pripravený podklad sa rozprestrie geotextília bez záhybov s preložením susedných pásov v šírke definovanej v technologickom postupe. Geobunka sa rozprestiera priamo na geotextíliu alebo na vrstvu zeminy na geotextílii. Pri podložiach s veľmi nízkou únosnosťou sa spolu s geotextíliou aplikuje geomreža alebo sa použije separačno-výstužný geokompozit. Pre správnu funkciu geobunky v konštrukcii sa jednotlivé sekcie geobuniek pevne fixujú k podkladu (obrázok 18) tak, aby nedošlo k ich zboršteniu počas vyplňania materiálom. Pri spájaní buniek susedných sekcii počet sponiek na jeden spoj závisí od výšky geobunky a je určený dodávateľom. Je zakázaný vjazd stavebných mechanizmov a ostatných dopravných zariadení na rozloženú a nevyplnenú geobunku. Použitie konkrétneho typu geobunky vychádza z návrhu konštrukcie a z jej statického posúdenia.



Obrázok 18 - Fixovanie k podkladu

Pri oporných konštrukciách sa pre správnu funkčnosť konštrukcie musí geobunka správne rozprestrieť a fixovať so zachovaním geometrie bunky uvádzanej výrobcom v technickej špecifikácii. Oporné konštrukcie je možné budovať zo samotných geobuniek, prípadne ako vystužené oporné konštrukcie v kombinácii s ďalšími geosyntetickými výrobkami. V prípade vystužených oporných múrov vrstvy geobuniek kladených vertikálne na seba tvoria lícovú časť múru, s tým, že jednotlivé vrstvy geobuniek sa kladú po celej hĺbke múru, alebo len do stanovenej hĺbky. Geobunka umožňuje

využiť lokálnu zemínu ako výplňový materiál. Výstužným prvkom vystuženej opornej konštrukcie je jednoosová alebo viacosová geomreža samostatne alebo v kombinácii s geobunkou položenou po celej hĺbke opornej konštrukcie. Kotvenie výstužných prvkov sa realizuje ich vložením medzi dve vrstvy geobuniek realizované do stanovenej hĺbky múru v zmysle statického výpočtu konštrukcie.

Protieroznú ochranu svahov realizovať vždy v kombinácii geobunka a netkaná geotextília. Na upravený a zarovnaný svah zafixovať geotextíliu kovovými U/J kolíkmi. Na korune svahu vytvoriť ryhu, do ktorej sa kovovými J kolíkmi zafixujú krajné geobunky. V prípade vysokých a strmých svahov použiť spolu s kovovými U kolíkmi aj závesné polyesterové laná, zabezpečujúce dodatočnú fixáciu geobunky k svahu. V prípade, ak sa nedajú použiť kovové kolíky alebo sú geobunky inštalované na izolačnú fóliu, na fixáciu geobuniek k svahu použiť len závesné laná. Počet kovových kolíkov, ako aj počet a priemer lán použiť podľa konštrukčného návrhu. Výplň geobuniek realizovať postupne od koruny svahu k päte svahu (ak je to technicky možné) alebo od päty svahu ku korune svahu pomocou zodpovedajúcej techniky.

7.4 Preukazné skúšky a kontrola geobuniek

Preberanie geobuniek na stavbe sa uskutoční v nasledovných krokoch:

- vizuálna kontrola dodaných geobuniek,
- kontrola celistvosti dodávky,
- identifikácia geobuniek podľa identifikačného štítku výrobcu,
- rozmerová kontrola geobunky,
- v prípade zistenia nezhody, vrátiť dodané geobunky a požadovať dodanie geobuniek zodpovedajúcej kvality.

Kontrolu kvality geobuniek, interval a počet odberu vzoriek na preberacie skúšky vykonávať podľa STN 73 3040.

7.5 Skladovanie a manipulácia s geobunkami

Geobunky sa dodávajú v sekciách rôznej veľkosti a hmotnosti uložené na paletách.

Geobunky sa skladujú v bežných skladoch. V lete sa môžu geobunky krátkodobo skladovať aj na voľnom priestranstve pri teplote okolia. Pri skladovaní alebo pri manipulácii dbať, aby sa geobunky nezdeformovali alebo mechanicky nepoškodili. Manipuláciu s paletami vykonávať len vhodným strojným zariadením. Pre úsporu miesta pri skladovaní sa palety môžu stohovať do výšky max. 2,50 m. Geobunky neskladovať v blízkosti tepelného zdroja.

7.6 Recyklácia geobuniek

Nakoľko materiál geobunky je polymér, jeho recyklácia si nevyžaduje žiadne špeciálne postupy a technológie. Recyklácia a následné spracovanie je rovnaké ako pri bežných plastových výrobkoch. Zabudovaním geobunky do zemných konštrukcií nedochádza k znečisťovaniu životného prostredia.

Vystužovanie zemín geobunkou je technológia, ktorá je ekologická a priateľská k životnému prostrediu. Použitím lokálnych alebo recyklovaných výplňových materiálov, geobunky šetria prírodné zdroje a prispievajú k trvale udržateľnému rozvoju a k ochrane životného prostredia.

7.7 Stanovenie zásad pre technicko-ekonomické vyhodnotenie použitia geobuniek

Technicko-ekonomické zhodnotenie výhodnosti použitia geobuniek sa vykonáva na základe porovnania s pôvodným alebo alternatívnym riešením. Pri vyhodnotení sa musia zohľadniť nasledujúce parametre:

- účel a funkcia konštrukcie,
- návrhová životnosť konštrukcie,
- stabilita a sadanie konštrukcie,
- lokalita (materiálová dostupnosť),
- rýchlosť výstavby,
- náklady na prepravu zabudovaných materiálov,
- náklady na inštaláciu materiálov,
- náklady na údržbu konštrukcie,

- cyklus údržby,
- výška CO₂ emisií počas realizácie konštrukcie.

Pridáva sa nová kapitola 8 Bunková štruktúra s výškou 1,0 m

8 Bunková štruktúra s výškou 1,0 m

Bunková štruktúra s výškou 1,0 m je osobitý priestorový konštrukčný systém - špecifický typ geobunkového matraca vytvoreného priamo na stavbe zo zvislo priečne a diagonálne postavených a vzájomne spojených pásov tuhých monolitických jednoosových HDPE geomreží a vodorovne položených pásov tuhých PP geomreží, spravidla výšky 1,0 m (obrázok 19). Bunková štruktúra po vyplnení kamenivom tvorí kompaktnú tuhú roznosnú vrstvu umiestnenú najčastejšie v základovej škáre násypového telesa dopravnej stavby, alebo iného zemného telesa. Bunková štruktúra s výškou 1,0 m sa používa na neupravenom málo únosnom podloží, no významné je aj použitie bunkovej štruktúry v kombinácii so zvislými nosnými prvkami alebo geodrénmi v prechodovej oblasti na kontakte násypového telesa a mostného objektu.

Bunková štruktúra sa môže použiť aj pod iným stavebným objektom (skladovacie haly, prístupové komunikácie, pracovné plochy pre ťažké zariadenia atď.).

Použitie bunkovej štruktúry s výškou 1,0 m je odôvodnené v prípadoch, keď sa v podloží nachádza vrstva málo únosnej zeminy s nízkou šmykovou pevnosťou a vysokou stlačiteľnosťou.

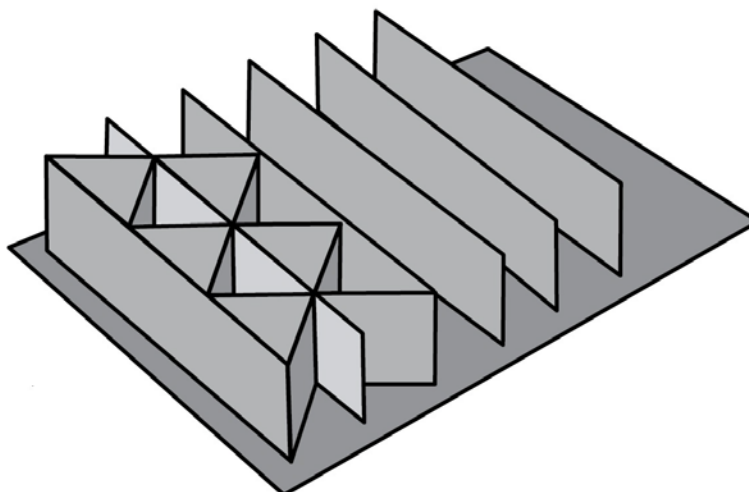
Bunková štruktúra:

- zvyšuje stabilitu podložia bez nutnosti použitia inej technológie na jeho zlepšenie,
- zvyšuje stabilitu násypového telesa,
- nevyžaduje výmenu zeminy podložia,
- vytvorí drenážnu vrstvu v základovej škáre násypového telesa,
- zníži objem násypového telesa zatlačeného do podložia,
- vytvorí únosnú pracovnú plochu pre výstavbu násypového telesa,
- zníži celkové a najmä nerovnomerné sadanie násypu.

Podľa potreby sa bunková štruktúra môže kombinovať s plošnou geosyntetickou výstužou, ktorá sa ukladá na bunkovú štruktúru a/alebo do telesa násypu. V prípade požiadavky na urýchlenie konsolidácie málo únosných zemín v podloží sa bunková štruktúra môže kombinovať so zvislými drénmi, napr. geodrénmi.

Bunková štruktúra s výškou 1,0 m je špecifická aj tým, že si vyžaduje špeciálnu metodiku výpočtu (zohľadňujúcu výšku a tvar násypu, charakteristiky materiálu v násype, hrúbku málo únosnej vrstvy a šmykovú pevnosť zeminy v málo únosnej vrstve) na zistenie potrebných ťahových pevností tuhých monolitických geomreží a určenie požadovaných typov geomreží.

Bunková štruktúra s výškou 1,0 m sa nesmie zamieňať s geobunkami uvedenými v kapitole 7, ktoré majú štandardnú výšku do 200 mm. Rovnako nie je možné zamieňať priestorovú bunkovú štruktúru s výškou 1,0 m vrstvením nízkych geobuniek.



Obrázok 19 - Schéma bunkovej štruktúry s výškou 1,0 m

8.1 Materiály pre bunkovú štruktúru s výškou 1,0 m

Komponenty používané na výstavbu bunkovej štruktúry zahŕňajú tuhé monolitické jednoosové HDPE geomreže, tuhú monolitickú PP geomrežu (šesťuholníkovú alebo dvojosovú), pomocné komponenty a výplňový materiál, ktoré musia byť v súlade s ustanoveniami tohto predpisu a v súlade s požiadavkami projektovej dokumentácie.

8.1.1 Tuhá monolitická PP geomreža (šesťuholníková alebo dvojosová)

Tuhá monolitická PP geomreža (šesťuholníková alebo dvojosová) položená vodorovne pod zvislo postavenými pásmi tuhej monolitickéj jednoosovej HDPE geomreže je nutnou súčasťou priestorovej bunkovej štruktúry. Pre daný konštrukčný systém sa na základe dlhodobých skúseností používa jeden pevnostný typ geomreže. Charakteristiky s požadovanými hodnotami sú v tabuľke 19.

Tabuľka 19 - Charakteristiky tuhej monolitickéj šesťuholníkovej geomreže do priestorovej bunkovej štruktúry

Charakteristika	Jednotka	Hodnota	Technická norma
Materiál geomreže	-	polypropylén (PP)	x
Radiálna sečnicová tuhosť pri $\epsilon=0,5\%$	kN/m	390 (-75)	EOTA TR41 B.1
Radiálna sečnicová tuhosť pri $\epsilon=2,0\%$	kN/m	290 (-65)	EOTA TR41 B.1
Izotrópna plošná tuhosť	-	0,80 (-0,15)	EOTA TR41 B.1
Účinnosť spoja	%	100 (-10)	EOTA TR41 B.2
Výška šesťuholníka	mm	80 (± 4)	EOTA TR41 B.4
Plošná hmotnosť	g/m ²	220	EOTA TR41 B.3
Odolnosť proti vplyvom poveternosti (doba expozície po inštalácii)	mesiacov	1	STN EN 12224
Odolnosť proti oxidácii (životnosť)	rokov	100	STN EN ISO 13438

Na plochu pod zvislo postavenými pásmi tuhej monolitickéj jednoosovej HDPE geomreže možno použiť aj tuhé monolitické dvojosové PP geomreže, pričom vhodnosť ich použitia je nutné doložiť statickým výpočtom bunkovej štruktúry. Charakteristiky s požadovanými hodnotami sú v tabuľke 20.

Tabuľka 20 - Charakteristiky tuhej monolitickéj dvojosovej geomreže do priestorovej bunkovej štruktúry

Charakteristika	Jednotka	Hodnota	Technická norma
Materiál geomreže	-	polypropylén (PP)	x
Ťahová pevnosť MD/CMD	kN/m	≥ 30	STN EN ISO 10319
Ťahová pevnosť pri predĺžení 2% MD/CMD	kN/m	$\geq 10,5$	STN EN ISO 10319
Predĺženie pri pretrhnutí MD/CMD	kN/m	≤ 11	STN EN ISO 10319
Veľkosť oka	mm	$\geq 39 \times 39$	x

Poškodenie pri inštalácii – zostatková pevnosť	%	>90	STN EN ISO 10722
--	---	-----	------------------

8.1.2 Tuhé monolitické jednoosové HDPE geomreže

Pásky tuhej monolitickéj jednoosovej HDPE geomreže postavené zvislo, ukladané priečne a diagonálne sú nutnou súčasťou priestorovej bunkovej štruktúry. V danom konštrukčnom systéme sa na základe dlhodobých skúseností používa jeden typ geomreže stanovený výpočtom. Charakteristiky vhodných geomreží s požadovanými hodnotami sú v tabuľke 21.

Tabuľka 21 - Charakteristiky tuhej monolitickéj jednoosovej geomreže do priestorovej bunkovej štruktúry

Charakteristika	Jednotka	Hodnota	Technická norma
Typ 1, 2 a 3			
Materiál geomreže	-	vysokohustotný polyetylén (HDPE)	x
Šírka pásu	m	1,0 (štandardne)	x
Pomerné predĺženie pri max. zaťažení, MD	%	≤ 11,0	STN EN ISO 10319
Odolnosť proti poškodeniu pri ukladaní (zostatková pevnosť)	%	≥ 90	STN EN ISO 10722
Odolnosť proti vplyvom poveternosti (doba expozície po inštalácii)	mesiacov	1	STN EN 12224
Odolnosť proti oxidácii (životnosť)	rokov	≥ 100	STN EN ISO 13438
Typ 1			
Max. ťahová pevnosť, MD	kN/m	≥ 93,0	STN EN ISO 10319
Plastické tečenie (návrhová životnosť 120 rokov, pri 10°C)	kN/m	≥ 45,9	STN EN ISO 13431
Typ 2			
Max. ťahová pevnosť, MD	kN/m	≥ 123,0	STN EN ISO 10319
Plastické tečenie (návrhová životnosť 120 rokov, pri 10°C)	kN/m	≥ 61,3	STN EN ISO 13431
Typ 3			
Max. ťahová pevnosť, MD	kN/m	≥ 142,0	STN EN ISO 10319
Plastické tečenie (návrhová životnosť 120 rokov, pri 10°C)	kN/m	≥ 71,1	STN EN ISO 13431

V bunkovej štruktúre sa použije na priečne aj diagonálne prvky vždy len jeden typ geomreže, podľa statického výpočtu.

Pri zmene výšky násypu a/alebo únosnosti podložia sa v plošne súvislej bunkovej štruktúre môže zmeniť aj typ geomreže uvedenej v tabuľke. Zmenu typu geomreže definuje statický výpočet.

8.1.3 Spojovacie tyče

Priečne a diagonálne pásky jednoosových geomreží sa vzájomne spájajú syntetickou spojovacou tyčou s kruhovým prierezom s priemerom 13 mm vyrobenou z vysokohustotného polyetylénu (HDPE). Z dôvodu UV stabilizácie je obsah uhlíkových častí 2 %. Medza klzu spojovacej tyče je 22 MPa. Uvedené spojovacie tyče sú nutnou súčasťou priestorovej bunkovej štruktúry.

8.1.4 Výplňový materiál

Sypanina je podrobne opísaná v článku 3.1.1. týchto TKP. Postavená prázdna priestorová bunková štruktúra sa plní nesúdržným sykým materiálom. Materiál do bunkovej štruktúry musí byť definovaný v projektovej dokumentácii. Odporúča sa hrubé, drvené kamenivo. Možno použiť aj štrk, štrkopiesok alebo drvený betón, ktoré musia spĺňať stanovené požiadavky na pevnosť, trvanlivosť a zrnitosť. Optimálny materiál má mať číslo nerovnozrnosti $C_u > 5$ a zrnitosť podľa tabuľky 22.

Tabuľka 22 - Zrornosť materiálu do bunkovej štruktúry

Veľkosť otvorov síta (mm)	Celkový prepad na síte (% hmotnosti)
80	100
63	80 - 100
31,5	75 - 100
16	50 – 80
8	35 – 65
4	25 - 45
0,063	0 – 10

8.2 Technologický postup realizácie bunkovej štruktúry

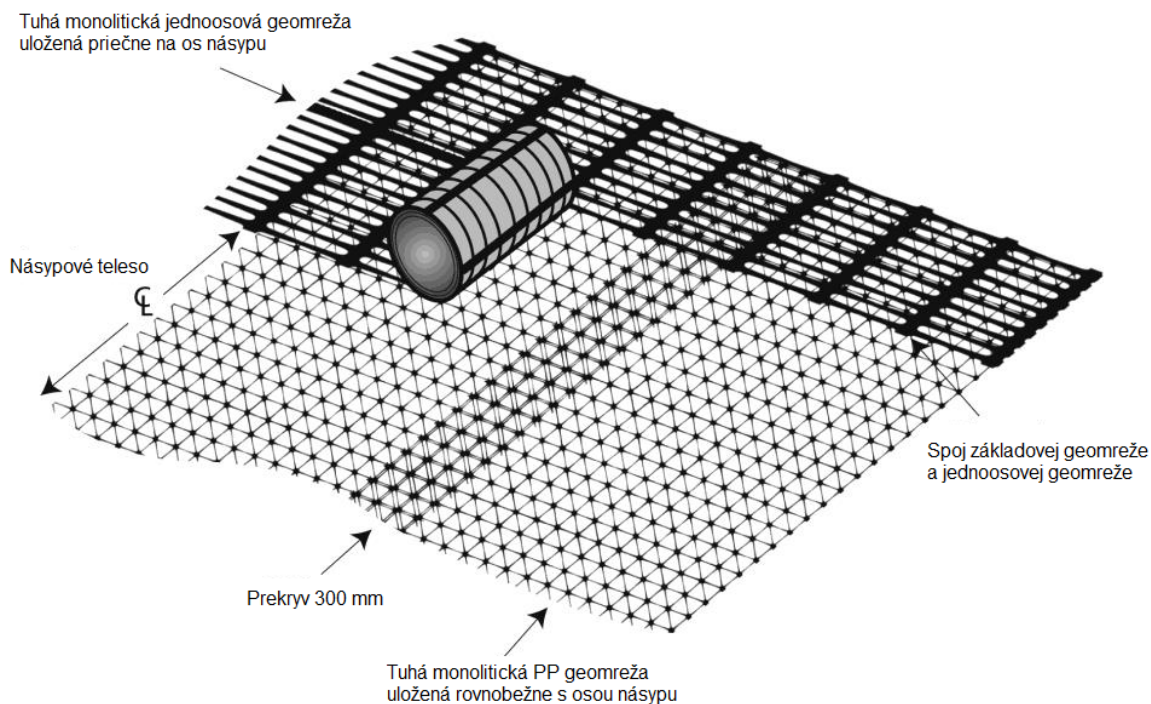
Technologický postup realizácie bunkovej štruktúry musí byť súčasťou dokumentácie, ktorú odovzdáva výrobca/dodávateľ zhotoviteľovi. Bunková štruktúra musí byť realizovaná v súlade s PD a s dodaným technologickým postupom.

Na upravenej zemnej pláni sa vytýčia okraje bunkovej štruktúry. Na túto plochu sa rovnobežne s osou násypového telesa položia pásy tuhej monolitckej PP geomreže. Minimálne presahy pásov geomreže sú 300 mm.

Na plochu z tuhej monolitckej geomreže sa položia vedľa seba na doraz, kolmo na os násypu, na celú šírku bunkovej štruktúry priečne pásy tuhej monolitckej jednoosovej HDPE geomreže s parametrami podľa statického výpočtu tak, ako je to uvedené na obrázku 20.

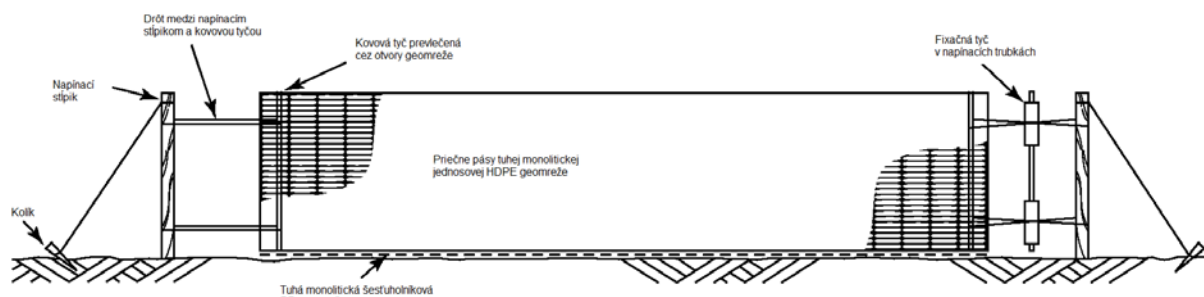
Pomocou vhodných plastových sťahovacích pásov sa spája okraj každého priečného pásu jednoosovej geomreže so základovou geomrežou.

Priečne pásy jednoosovej geomreže sa postavia do zvislej polohy otočením okolo pripevneného okraja. Zvislé pásy sú vzájomne rovnobežné, pričom vzdialenosť medzi zvislými pásmi geomreží je 1,0 m, čo je šírka jednotlivých pásov.



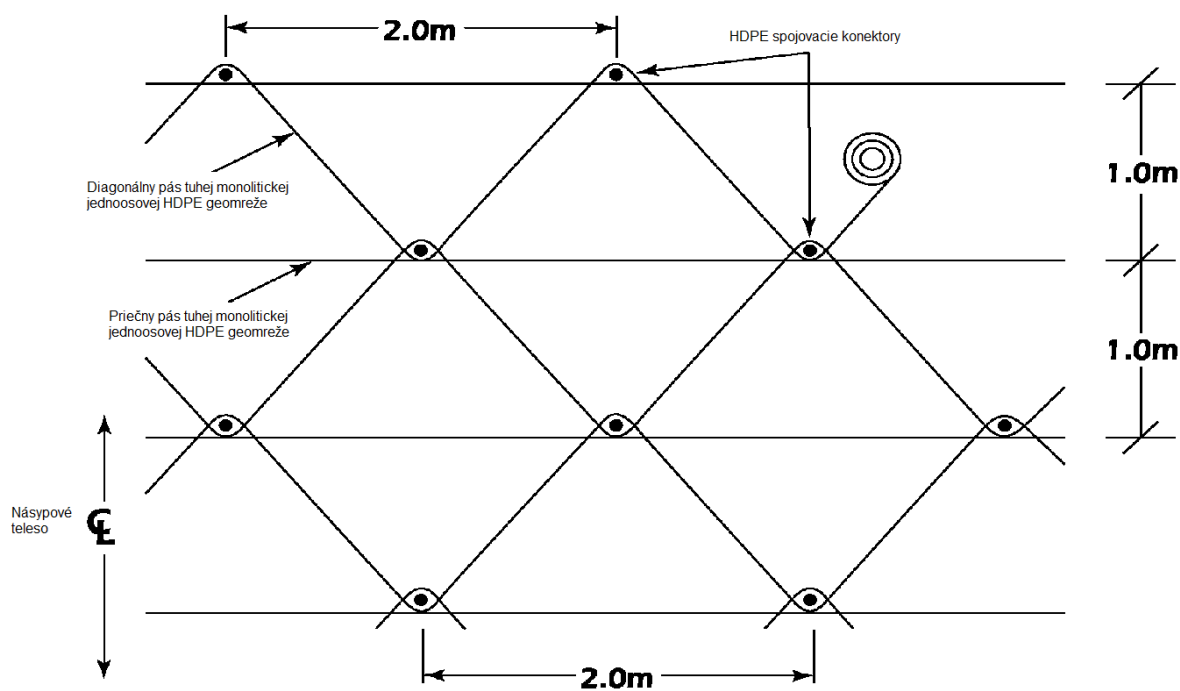
Obrázok 20 - Ukladanie priečných pásov tuhej monolitckej jednoosovej HDPE geomreže na položené tuhé monolitcké PP geomreže.

Priečne pásy sa v dvoch úrovniach, cez zvislú kovovú tyč navlečenú do geomreže, na oboch koncoch upevnia pomocou drôtu k vhodným fixačným bodom podľa obrázku 20. Priečne geomreže sa musia napnúť. Pásy geomreží sa napínajú pomocou kovových rúrok prestrčených cez oká drôtov, ako je to znázornené na obrázku 21, napravo. Na udržanie dosiahnutého napnutia sa môže použiť závitová tyč, ktorá sa prevlečie cez dvojicu rúrok. V prípade, že napnutie z jedného konca bude nedostatočné, je potrebné aplikovať napnutie aj na opačnom konci pásu geomreže.



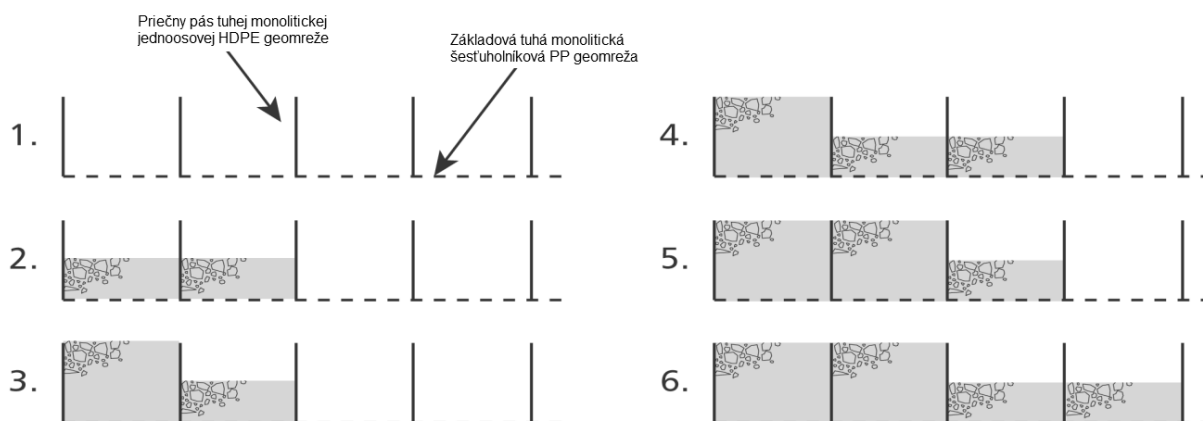
Obrázok 21 - Zafixovanie a napínanie priečných pásov geomreže.

Hotová bunková štruktúra má v pôdoryse tzv. „diamantový tvar“, obrázok 22. Na pásoch priečných geomreží sa na hornom okraji urobia každé 2,0 m značky. Značky na dvoch susediacich priečných pásoch sú posunuté o 1 m. Medzi dva priľahlé priečne pásy geomreží sa vkladá zvislý diagonálny pás jednoosovej geomreže rovnakého typu. Vytvárajú sa trojuholníkové bunky. Každá diagonálna geomreža sa spája s priečnou geomrežou každé 2 m pomocou HDPE spojovacích tyčí.



Obrázok 22 - Pôdorys diamantového typu priestorovej bunkovej štruktúry.

Na obrázku 23 je znázornené postupné plnenie jednotlivých buniek bunkovej štruktúry v projekte stanoveným materiálom. Najskôr sa plnia dva rady buniek do polovice výšky. Následne sa vyplní prvý rad na plnú výšku. Plnenie buniek pokračuje podľa schémy, pričom je potrebné dbať na to, aby čelný rad bol vždy vyplnený do polovice skôr ako sa zadný rad vyplní na plnú výšku. Vyplňovanie bunkovej štruktúry sa uskutočňuje v smere osi násypového telesa a môže sa realizovať pomocou strojového zariadenia. Bežným postupom je, že výplň bunkovej štruktúry sa ukladá bez použitia priameho zhutňovania. Skôr ako sa po bunkovej štruktúre budú pohybovať dopravné mechanizmy musí byť nad bunkami rozprestretá zhutnená vrstva štrkodrviny s minimálnou hrúbkou 150 mm.



Obrázok 23 - Postup plnenia bunkovej štruktúry

Po naplnení bunkovej štruktúry sa môžu odstrániť napínacie stĺpiky.

Vyššie uvedený technologický postup realizácie platí pre výšku bunkovej štruktúry 1,0 m. V prípade, ak projekt vyžaduje výšku bunkovej štruktúry z tuhých monolitických jednoosových HDPE geomreží 0,5 m, postup výstavby je rovnaký, len rozstup priečných geomreží bude 0,5 m.

8.3 Preukazné skúšky a kontrola kvality geosyntetických výrobkov

Preukazné skúšky a kontrola kvality geosyntetických výrobkov je podrobne opísaná v článku 3.1.5 týchto TKP. Kontrola kvality geosyntetických výrobkov dodaných na stavbu do bunkovej štruktúry sa vykonáva v súlade s týmto článkom a podľa STN 73 3040.

Interval odberu vzoriek a ich minimálny počet na preberacie skúšky stanovuje STN 73 3040.

8.4 Manipulácia a skladovanie geosyntetických výrobkov

Počas skladovania a manipulácie s geosyntetickými výrobkami sa musia dodržiavať pokyny a inštrukcie stanovené výrobcom.

Všetky sklady a depónie materiálov pre bunkovú štruktúru musia mať dostatočné rozmery, ktoré umožňujú vykládku, nakládku a premiestňovanie materiálov bez jeho poškodenia. Geosyntetické materiály musia byť skladované tak, aby nedošlo k ich deformácii a ku zhoršeniu ich trvanlivosti a mechanických vlastností ešte pred ich použitím v stavebnej konštrukcii.

Geosyntetické výrobky sa nesmú počas manipulácie mechanicky poškodiť. Poškodené časti geomreží alebo poškodené spojovacie tyče sa nesmú zabudovať do bunkovej štruktúry a musia sa odstrániť.

8.5 Recyklácia geomreže a spojovacích prvkov

Materiály, z ktorých sa buduje bunková štruktúra sa vyrábajú z polymérnych materiálov (PP a HDPE). Ich recyklácia nevyžaduje žiadne špeciálne postupy a technológie. Recyklácia geosyntetických výrobkov a ich následné spracovanie je rovnaké ako u bežných plastových výrobkov.

Zabudovaním geosyntetických materiálov a výplňového materiálu do bunkovej štruktúry a jej použitím v zemných konštrukciách nedochádza k znečisťovaniu životného prostredia.

8.6 Stanovenie zásad pre technicko-ekonomické vyhodnotenie použitia priestorovej bunkovej štruktúry

Technicko-ekonomické vyhodnotenie použitia priestorovej bunkovej štruktúry možno vypracovať na základe porovnania s alternatívnym riešením, ktorým sa docieli požadovaná stabilita, únosnosť a celkové a nerovnomerné deformácie násypového telesa alebo iného zemného telesa.

O výbere alternatívy rozhoduje požiadavka na rýchlosť výstavby násypu, na dosiahnutie potrebnej stability násypu v okamihu dosiahnutia projektovanej výšky násypu a jeho zaťaženia premávkou, stanoveného stupňa konsolidácie, t.j. hodnoty celkového sadania, pri odovzdaní násypového telesa dopravnej stavby do prevádzky, obmedzenia pri zábere pozemkov a problémy so skladovaním zeminy pri jej výmene.

Na technicko-ekonomické vyhodnotenie je potrebné zohľadniť nasledujúce parametre:

- náklady na prepravu zabudovaných materiálov,
- lokalita (dostupnosť sypaniny),
- náklady na inštaláciu,
- rýchlosť výstavby,
- náklady na údržbu,
- výška emisií CO₂ počas realizácie konštrukcie.

Na základe vypracovaného výkazu výmer a zohľadnenia hore uvedených vstupov pri daných okrajových podmienkach je možné zhodnotiť ekonomickú efektívnosť navrhnutého riešenia.